

DETEKSI LOKASI TITIK API PADA KEBAKARAN HUTAN MENGGUNAKAN COLOUR IMAGE PROSESSING

Feriadi¹⁾, Andri²⁾, Setyawan Widyarto³⁾

^{1,2)}Program Pascasarjana Teknologi Informasi, Magister Ilmu Komputer,
Universitas Budi Luhur, Jalan Ciledug Raya, Jakarta, Indonesia

³⁾Faculty of Computer Science and Information Technology, Universiti Selangor, Selangor, Malaysia
e-mail: ¹⁾tigersleep98@windowslive.com, ²⁾andricitra@yahoo.com³⁾swidyarto@unisel.edu.my

Abstrak

Banyak kejadian kebakaran hutan menyebabkan gangguan yang cukup nyata karena lokasi titik api yang tidak dapat diketahui dengan cepat. Kesulitan dalam menentukan titik api terletak pada lokasi yang sulit dideteksi dan gangguan asap yang timbul dari kebakaran tersebut. Hal ini menyebabkan pemadam kebakaran hutan sulit sekali mendeteksi lokasi titik api, sehingga tindakan pencegahan tidak dapat dilakukan secara dini. Dengan pengolahan citra digital menggunakan pendekatan pengolahan warna gambar yang dapat memberikan lokasi titik api sehingga analisis dan tindakan dapat dilakukan dengan cepat dan akurat. Dengan deteksi dini yang dilakukan diharapkan dampak dari kebakaran hutan dapat ditanggulangi dengan cepat, tepat dan akurat. Manfaat yang akan didapat yaitu penanganan penanggulangan kebakaran hutan sehingga tidak meluas dan menyebabkan gangguan.

Kata kunci: Titik api, pengolahan warna gambar

1. PENDAHULUAN

Sebagaimana yang diketahui, hutan Indonesia merupakan salah satu paru-paru dunia. Namun, luas paru-paru dunia di Indonesia itu setiap tahun terus berkurang. Bahkan laju pengurangan luas hutan tersebut saat ini mencapai 2 juta hektar per tahun. Angka tersebut jauh di atas tahun-tahun sebelumnya. Angka deforestasi yang selama ini diakui oleh berbagai pihak dan masih diterima berkisar antara 0,6-1,3 juta hektar/tahun. Karena itulah, saat ini kondisi kawasan hutan di Indonesia mengalami kerusakan sangat parah. Dalam kurun waktu 50 tahun terakhir, luas areal hutan di Indonesia menurun dari 162 juta hektar tinggal menjadi 98 juta hektar saja. Hari ini bahkan, setiap jam, hutan di Sumatera dan Kalimantan berkurang seluas enam kali luas lapangan bola.

Luas hutan alam asli Indonesia menyusut dengan kecepatan yang sangat mengkhawatirkan. Penebangan hutan Indonesia yang tidak terkendali selama puluhan tahun dan menyebabkan terjadinya penyusutan hutan tropis secara besar-besaran. Laju kerusakan hutan periode 1985-1997 tercatat 1,6 juta hektar per tahun, sedangkan pada periode 1997-2000 menjadi 3,8 juta hektar per tahun. Ini menjadikan Indonesia merupakan salah satu tempat dengan tingkat kerusakan hutan tertinggi di dunia. Di Indonesia berdasarkan hasil penafsiran citra landsat tahun 2000 terdapat 101,73 juta hektar hutan dan lahan rusak, di antaranya seluas 59,62 juta hektar berada dalam kawasan hutan.

Selain kerusakan hutan yang diakibatkan oleh penebangan hutan secara liar, kebakaran hutan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi berkurangnya luas hutan Indonesia. Banyak kejadian kebakaran hutan yang terjadi beberapa tahun belakangan ini menyebabkan terjadinya gangguan baik di Indonesia maupun di negara tetangga. Asap dari kebakaran hutan dari tahun ke tahun menyebabkan banyak sekali gangguan, mulai gangguan dari kesehatan sampai gangguan pada transportasi. Mengapa hal ini bisa terjadi, karena pada musim kemarau banyak sekali kebakaran hutan yang terjadi baik di wilayah Sumatera dan Kalimantan. Kebakaran hutan ini dapat dikendalikan secara dini jika lokasi titik api dan arah angin dapat diketahui dengan cepat sehingga analisa dan tindakan dapat diambil dengan cepat sebelum kebakaran hutan meluas.

Selama 2010, jumlah titik panas di Indonesia menurun secara signifikan jika dibandingkan dengan periode 2006-2009. Dalam periode Januari-Desember, 9615 hotspot telah dicatat (*sumber: NOAA-18, yang diterbitkan oleh Departemen Kehutanan*). Jumlah terbesar hotspot terjadi pada Oktober, dengan 2.683 titik api. Berdasarkan distribusi, jumlah terbesar dari hotspot yang terletak di Kalimantan Barat dan Provinsi Riau, dengan 1.778 dan 1.608 titik api masing-masing. Sepanjang 2010, kebakaran terbesar terjadi di Provinsi Riau pada bulan Oktober. Selama periode tersebut, Riau tercatat sebanyak 546 titik api. GIS analisis oleh WWF-Indonesia distribusi hotspot di Riau, mengungkapkan fakta-fakta berikut: Berdasarkan penggunaan lahan, titik panas tersebar di perkebunan kelapa sawit (20%), konsesi hutan (39%), dan penggunaan lahan lainnya-termasuk lahan masyarakat (41%).

Banyak kebakaran hutan yang tidak dapat ditanggulangi secara dini dikarenakan letak lokasi titik api sulit untuk diketahui dengan cepat. Lokasi titik api yang sulit dijangkau oleh petugas pemadam kebakaran hutan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi perluasan kebakaran hutan disamping faktor-faktor lainnya. Titik api yang merupakan masalah dari kebakaran hutan memang menjadi konsentrasi utama bagi pemadam kebakaran hutan, karena jika pengendalian awal pada titik api dapat dilakukan maka kebakaran hutan diharapkan tidak meluas dan gangguan dari dampak kebakaran hutan tidak akan menimbulkan masalah yang baru.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Suatu sistem persepsi kooperatif (*Cooperative Perception*) untuk kendaraan terbang tak berawak (*unmanned aerial vehicles/UAVs*) yang dilengkapi berbagai jenis sensor: inframerah dan kamera visual serta detektor kebakaran sudah dikembangkan (Merinot, et.al, 2006). Sistem ini didasarkan pada perangkat yang serbaguna untuk pengolahan citra digital tingkat rendah termasuk fungsi segmentasi, stabilisasi urutan gambar, dan geo-referensi, dan juga melibatkan algoritma fusi data fusi untuk persepsi kooperatif.

Pengolahan citra berwarna (*Colour Image Processing*) merupakan bagian dari bidang ilmu informatika pengolahan citra digital dimana pada citra digital terdapat elemen-elemen warna yang dalam pengolahan citra merupakan diskriptor yang sangat berguna. Pengolahan warna dirasa sangat penting karena dengan pengolahan warna dapat menyederhanakan proses identifikasi dan ekstraksi objek pada citra. Selain itu, mata manusia dapat membedakan ribuan warna termasuk intensitasnya. Pengolahan citra adalah memproses suatu citra sehingga menghasilkan citra yang lebih sesuai dengan keinginan kita.

Pada citra warna, setiap titik mempunyai warna spesifik yang merupakan kombinasi dari tiga warna dasar yaitu: merah, hijau dan biru. Format citra ini disebut sebagai citra RGB (*red-green-blue*). Setiap warna dasar memiliki intensitas sendiri dengan nilai maksimum 255 (8 bit), sebagai contoh adalah warna kuning yang dihasilkan dari kombinasi warna merah dan hijau sehingga nilai RGB-nya adalah 255 255 0. Dengan demikian setiap titik pada citra warna membutuhkan data 3 byte. Jumlah kombinasi warna yang mungkin untuk format citra ini adalah 224 atau lebih dari 16 juta warna, dengan demikian bisa dianggap mencakup semua warna yang ada. Format ini juga dinamakan *true color*.

Citra digital merupakan representasi dari citra yang diambil oleh mesin dengan bentuk pendekatan berdasarkan sampling dan kuantisasi (Basuki, 2005:4). Setiap citra digital memiliki beberapa karakteristik, antara lain ukuran citra, resolusi dan format lainnya. Umumnya citra digital berbentuk persegi panjang yang mempunyai panjang dan lebar tertentu, ukuran ini dinyatakan dalam banyaknya piksel (*pixel*) sehingga citra selalu bernilai bulat. Piksel (*pixel*) adalah singkatan dari *Picture Element* yang berarti elemen dari citra yang memiliki nilai warna dan berupa titik-titik tersusun sedemikian rupa sehingga membentuk suatu citra.

Resolusi adalah kerapatan piksel dari citra yang berarti banyaknya jumlah piksel yang menyusun citra tersebut. Pada setiap inci atau cm bisa terdapat beberapa piksel, seperti satuan *dots per inch* (dpi) yang berarti beberapa titik/piksel pada tiap inci-nya. Untuk dapat diolah dengan komputer maka citra harus direpresentasikan secara numerik dalam bentuk matriks dan array. Citra dengan ukuran resolusi $M \times N$ dimana M adalah lebar dan N adalah tinggi dapat juga dinyatakan dengan array berukuran $M \times N$. Sehingga dapat dikatakan bahwa array tersebut merupakan representasi citra dalam bentuk data nilai atau secara numerik. Representasi dari fungsi malar (kontinu) menjadi nilai-nilai diskrit yang disebut digitalisasi (Rinaldi Munir, 2004:18).

Warna merupakan sesuatu yang ditimbulkan atas pantulan cahaya terhadap objek-objek dengan intensitas tertentu. Cahaya putih sebenarnya terdiri dari beberapa gelombang tampak atau cahaya terdiri atas tiga spektrum. Cahaya matahari yang terlihat berwarna putih ketika melewati sebuah prisma akan terurai dan terjadi pemisahan gelombang cahaya yang menghasilkan spektrum warna. Hal ini terjadi karena masing-masing cahaya memiliki panjang gelombang yang berbeda. Permukaan objek atau benda sebenarnya hanya memantulkan cahaya yang jatuh pada objek tersebut, sehingga terlihat warna dari objek yang terkena cahaya, namun warna dari objek tidak terlihat jika objek tersebut tidak terkena cahaya. Berdasarkan media dan metode yang digunakan untuk memproduksi warna yang meliputi warna monitor, printer, film painting, terdapat dua cara dasar untuk memproduksi warna yaitu aditif dan subtraktif (Gonzalez & Woods).

3. METODE PENELITIAN

Konsep transformasi *watershed* adalah dengan menganggap sebuah gambar merupakan bentuk tiga dimensi yaitu posisi x dan y dengan tingkat warna *pixel* yang dimilikinya. Posisi x dan y merupakan bidang dasar dan tingkat warna *pixel*, yang dalam hal ini adalah *gray level* merupakan ketinggian dengan anggapan nilai yang makin mendekati warna putih mempunyai ketinggian yang semakin tinggi. Dengan anggapan bentuk topografi tersebut, maka didapat tiga macam titik yaitu: (a) titik yang merupakan minimum regional, (b) titik yang

merupakan tempat dimana jika setetes air dijatuhkan, maka air tersebut akan jatuh hingga ke sebuah posisi minimum tertentu, dan (c) titik yang merupakan tempat dimana jika air dijatuhkan, maka air tersebut mempunyai kemungkinan untuk jatuh ke salah satu posisi minimum (tidak pasti jatuh ke sebuah titik minimum, tetapi dapat jatuh ke titik minimum tertentu atau titik minimum yang lain).

Untuk sebuah minimum regional tertentu, sekumpulan titik yang memenuhi kondisi (b) disebut sebagai *catchment basin*, sedangkan sekumpulan titik yang memenuhi kondisi (c) disebut sebagai garis *watershed* [4,9]. Dari penjelasan di atas, segmentasi dengan metode watershed ini mempunyai tujuan untuk melakukan pencarian garis *watershed*. Ide dasar untuk cara kerja segmentasi ini adalah diasumsikan terdapat sebuah lubang yang dibuat pada minimum regional dan kemudian seluruh topography dialiri air yang berasal dari lubang tersebut dengan kecepatan konstan. Ketika air yang naik dari dua *catchment basin* hendak bergabung, maka dibangun sebuah dam untuk mencegah penggabungan tersebut. Aliran air akan mencapai tingkat yang diinginkan dan berhenti mengalir ketika hanya bagian atas dari dam yang terlihat. Tepi dam yang terlihat inilah yang disebut dengan garis *watershed*. Dan garis *watershed* inilah yang merupakan hasil dari segmentasi, dengan anggapan bahwa garis *watershed* tersebut merupakan tepi dari obyek yang hendak disegmentasi.

Algoritma transformasi *watershed*, diumpamakan $M_1, M_2, M_3, \dots, M_R$ adalah kumpulan koordinat titik dalam regional minima sebuah gambar $g(x,y)$. Terdapat $C(M_i)$ yang merupakan kumpulan koordinat pada *catchment basin* dan berhubungan dengan daerah minimum M_i . Notasi \min dan \max digunakan untuk menandai nilai minimum dan nilai maksimum dari $g(x,y)$. Kemudian dianggap $T[n]$ adalah kumpulan koordinat (s,t) di mana $g(s,t) < n$, sehingga dapat didefinisikan[4]:

$$T[n] = \{(s,t) | g(x,y) < n\} \quad (1)$$

Secara geometri, $T[n]$ adalah kumpulan koordinat dari titik yang berada pada $g(x,y)$ dan terletak di bawah bidang $g(x,y) = n$. Topografi akan dialiri dengan penambahan integer mulai dari $n = \min + 1$ hingga $n = \max + 1$. Pada setiap penambahan n , algoritma perlu mengetahui jumlah titik yang berada di bawah kedalaman aliran. Pada umumnya, daerah yang berada di bawah $g(x,y) = n$ diberi warna hitam atau nilai 0 dan yang berada di atasnya diberi warna putih atau nilai 1. Kemudian diasumsikan $C_n(M_i)$ merupakan kumpulan koordinat titik di dalam *catchment basin* yang berhubungan dengan minimum M_i yang dialiri pada tahap n . $C_n(M_i)$ dapat dilihat sebagai Gambar biner dengan menggunakan persamaan:

$$C_n(M_i) \text{ dan } T[n] \quad (2)$$

Dengan kata lain $C_n(M_i) = 1$ terletak pada lokasi (x,y) jika $(x,y) \in C(M_i)$ dan $(x,y) \in T[n]$, selain itu maka nilai $C_n(M_i) = 0$. Berikutnya, diasumsikan $C[n]$ merupakan gabungan dari aliran di *catchment basin* pada tahap n :

$$C[n] = \bigcup_{i=1}^R C_n(M_i) \quad (3)$$

dan $C[\max + 1]$ adalah gabungan dari semua *catchment basin*:

$$C[\max + 1] = \bigcup_{i=1}^R C(M_i) \quad (4)$$

$C[n-1]$ adalah subset dari $C[n]$ dan $C[n]$ adalah subset dari $T[n]$ maka $C[n-1]$ adalah subset dari $T[n]$. Dari sini didapatkan bahwa tiap komponen terkoneksi dari $C[n-1]$ terdapat pada persis satu komponen terkoneksi dari $T[n]$. Algoritma untuk mencari garis watershed pertama kali diinisialisasi dengan $C[\min+1] = T[\min+1]$. Algoritma tersebut akan diproses secara rekursif dengan asumsi pada tahap n maka $C[n-1]$ telah terbentuk. Prosedur untuk mendapatkan $C[n]$ dari $C[n-1]$ adalah sebagai berikut. Diasumsikan Q merupakan kumpulan komponen terkoneksi dalam $T[n]$. Maka untuk tiap komponen terkoneksi $q \in Q$, terdapat tiga kemungkinan:

- $q \in C[n-1]$ adalah kosong
- $q \in C[n-1]$ mempunyai 1 komponen terkoneksi dari $C[n-1]$
- $q \in C[n-1]$ mempunyai lebih dari 1 komponen terkoneksi dari $C[n-1]$

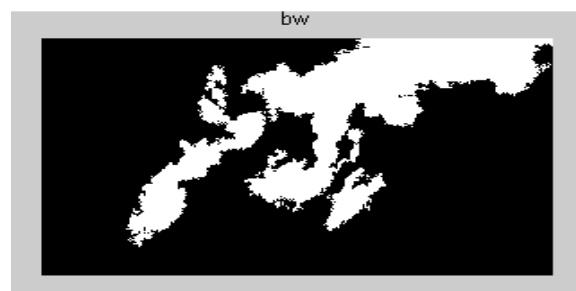
Jika kondisi c terjadi maka pengisian lebih lanjut akan menyebabkan air di *catchment basin* yang berbeda menjadi bergabung, sehingga perlu dibangun dam di dalam q untuk mencegah mengalirnya air di antara *catchment basin* yang berbeda. Dam dengan tebal satu pixel dapat dibangun dengan melakukan *dilation* $q \in C[n-1]$ dengan struktur elemen berisi 1 serta berukuran 3×3 .

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Watershed diimplementasikan dengan menggunakan Program MATLAB dan diujikan pada gambar citra satelit mengenai kebakaran hutan yang ada. Berikut pada Gambar 1 adalah salah satu gambar citra satelit tentang kebakaran hutan yang diujikan. Hasil dari segmentasi dengan menggunakan *Watershed* dapat dilihat pada Gambar 2

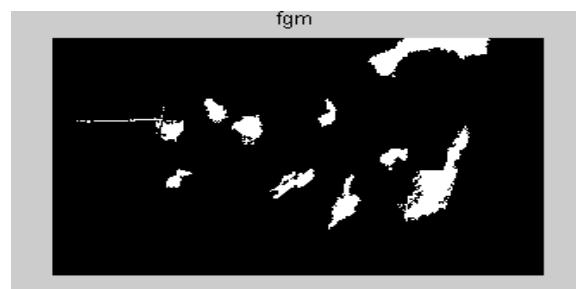


Gambar 1: Citra satelite kebakaran hutan

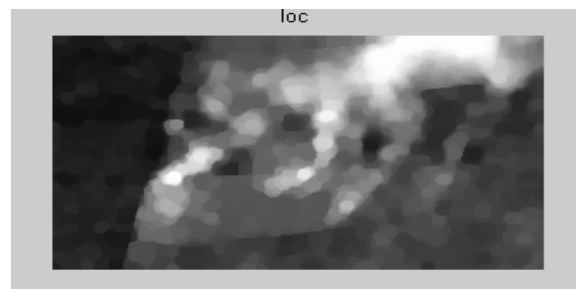


Gambar 2: Hasil segmentasi *watershed*

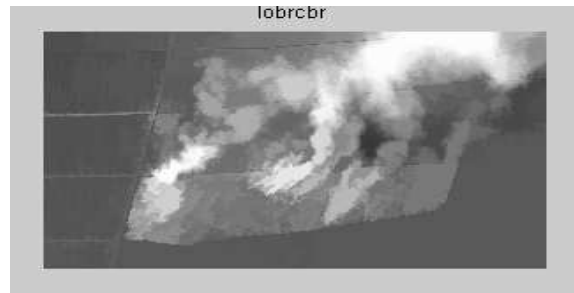
Dari hasil segmentasi terlihat bahwa terjadi segmentasi yang berlebihan (*over segmentation*). Karena itu perlu ditambahkan *pre-processing* sebelum dilakukan segmentasi dengan *Watershed*. *Pre-processing* yang diimplementasikan adalah *opening*, *closing*, *erosion*, serta *dilation*. Pada percobaan pertama dilakukan *pre-processing* yang terdiri dari *erosion* diikuti *dilation* serta sebaliknya, *dilation* diikuti *erosion*. Gambar dari hasil *pre-processing* tentang citra satelit kebakaran hutan dapat dilihat sebagai berikut:



Gambar 3: *Pre-processing 1*



Gambar 4: *Pre-processing2*



Gambar 5: *Pre-processing 3*

Dari hasil segmentasi dengan kombinasi *pre-processing opening* serta *closing*, menghasilkan segmentasi yang lebih baik, namun masih belum melingkupi obyek titik api yang diharapkan. Dilakukan percobaan lain dengan menggunakan kombinasi dari *pre-processing opening*, *closing*, *erosion*, serta *dilation*, namun hasil yang didapat kurang lebih menyerupai penggunaan *pre-processing opening* dan *closing* sehingga bintang matahari yang diharapkan masih belum dapat tersegmentasi dengan baik. Pada pengujian lain, dicoba untuk menambahkan *pre-processing* berupa edge detection yaitu *sobel*. Dari hasil pengujian dengan kombinasi antara *opening*, *closing*, *erosion*, *dilation*, dan *sobel*, akhirnya didapat hasil yang baik untuk segmentasi yaitu dengan urutan *opening*, *erosion*, *sobel*, *dilation*, dan *closing*. Pada Gambar 8. terdapat hasil segmentasi dengan menggunakan *pre-processing* tersebut.

5. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian menggunakan MATLAB, didapat bahwa segmentasi pada gambar satelit kebakaran hutan tidak dapat hanya dilakukan dengan menggunakan metode *Watershed* karena akan terjadi hasil segmentasi yang berlebihan. Segmentasi dengan menggunakan algoritma *Watershed* harus didahului dengan *pre-processing* seperti *opening*, *closing*, *erosion*, *dilation*, *sobel*, dan *canny*. Dari beberapa kombinasi *pre-processing* yang telah diujikan, didapat bahwa untuk keperluan segmentasi gambar satelit kebakaran hutan dengan metode *Watershed* ini, *pre-processing* terbaik yang dapat digunakan adalah *opening*, *erosion*, *sobel*, *dilation*, dan *closing*.

Hasil dari segmentasi ini akan digunakan pada proses selanjutnya untuk mendapatkan fitur-fitur titik api pada kebakaran hutan yang nantinya akan dilakukan pengklasifikasian sebagai analisa lanjutan. Dengan deteksi awal dari pengolahan citra satelit tentang titik api kebakaran hutan dapat dikombinasikan lebih lanjut dengan mendeteksi lokasi sumber air terdekat dari titik api serta arah angin, sehingga dapat memberikan informasi tindakan dini kepada pemadam kebakaran hutan untuk analisis tindakan yang diambil secara tepat dan akurat dalam penanganan kebakaran hutan secara dini.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad Basuki, Jozua F. Palandi, Fatchurrochman, 2005, *Pengolahan Citra Digital Menggunakan Visual Basic*, Graha Ilmu
- Agustinus Nalwan, 1997, *Pengolahan Gambar Secara Digital*, Elex Media Komputindo
- Anwar, B., Acton, L.W., Makita, M., Hudson, H.S., McClymont, A.N. and Tsuneta, S., 1993, *Rapid Sunspot Motion During A Major Solar Flare. Solar Physics*, 147, pp. 287-303, Kluwer Academic Publisher
- Boteler, D.H, 2001, *Space Weather Effects on Power Systems. Space Weather*. Song, P., Singer, H.J. and Siscoe, G.L. (Eds), Geophysical Monograph, 125, pp. 347
- Bothmer, V. and Daglis, I.A., 2007, *Space Weather, Physics and Effects*. Springer-Praxis Publishing
- Luis Merino, Fernando Caballero, J. R. Martínez-de Dios, Joaquín Ferruz, and Aníbal Ollero (2006), *Journal of Field Robotics* 23(3/4), 165–184, Wiley Periodicals, Inc
- Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods and Steven L. Eddins (2004), *Digital Image Processing using MATLAB*, Pearson Education
- Rinaldi Munir, 2004, *Pengolahan Citra Digital dengan Pendekatan Algoritmik*, Informatika Bandung
- Rudy Adipranata, Gregorius Satia Budhi, Bambang Setiahadi, dan Bachtiar Anwar, 2010, *Segmentasi Bintang Matahari Menggunakan Metodewatershed*, Konferensi Nasional Sistem dan Informatika 2010, Bali, November 13